

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-209035

(43)Date of publication of application : 11.08.1995

(51)Int.Cl. G01D 21/00
G01D 1/18
G01H 17/00
G05B 23/02

(21)Application number : 06-001239

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 11.01.1994

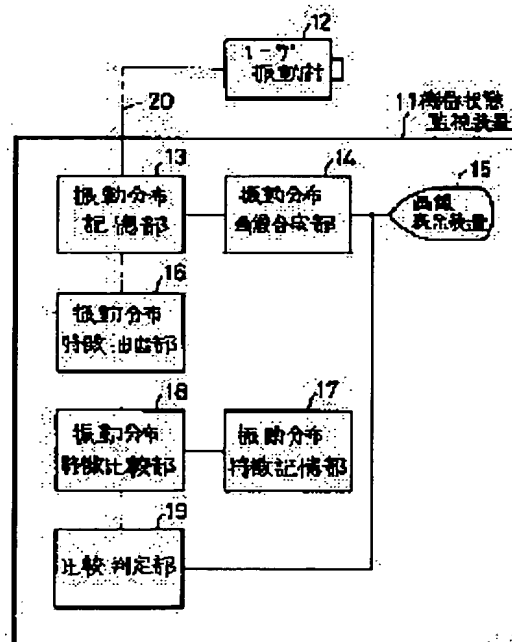
(72)Inventor : FUJII MAKOTO
HANEDA RIYOKO

(54) WATCHING DEVICE FOR STATE OF APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To save labor for watching the state of apparatus and to accurately comprehend the above state by extracting characteristic items such as the size of data, the degree of dispersion and the position of the center of gravity from the secondary parameter distribution of picked up objective apparatus, and comparing them with the characteristic items of prestored objective apparatus to estimate their similarity.

CONSTITUTION: A laser vibrometer 12 is used as a secondary parameter distribution measuring device, and the vibration distribution data of picked up objective apparatus are sent to the apparatus state watching device 11 through a transmission line 20 and accumulated in a vibration distribution memory 13. A vibration distribution image compounding section 14 compounds the secondary vibration distribution image from the stored vibration distribution data and displayed by an image display device 15. After a vibration characteristic extracting section 16 extracts the characteristic items of picked up data, the extracted characteristic items are compared with the characteristic items which are previously stored in a vibration distribution characteristic memory 17 and belong to the objective apparatus in some state in a vibration distribution characteristic comparing section 18 and computed for computing the similarity of data set. A comparison result judging section 19 judges a state to which the present apparatus belongs on the computed similarity, and displays the result of judgment by the image display device 15.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-209035

(43) 公開日 平成7年(1995)8月11日

| (51) Int.Cl. ⁹ | 識別記号 | 序内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|---------|-----|--------|
| G 0 1 D 21/00 | Q | | | |
| 1/18 | N | | | |
| G 0 1 H 17/00 | Z | | | |
| G 0 5 B 23/02 | V | 7531-3H | | |

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平6-1239

(22) 出願日 平成6年(1994)1月11日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 藤井 誠

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 羽田 里代子

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

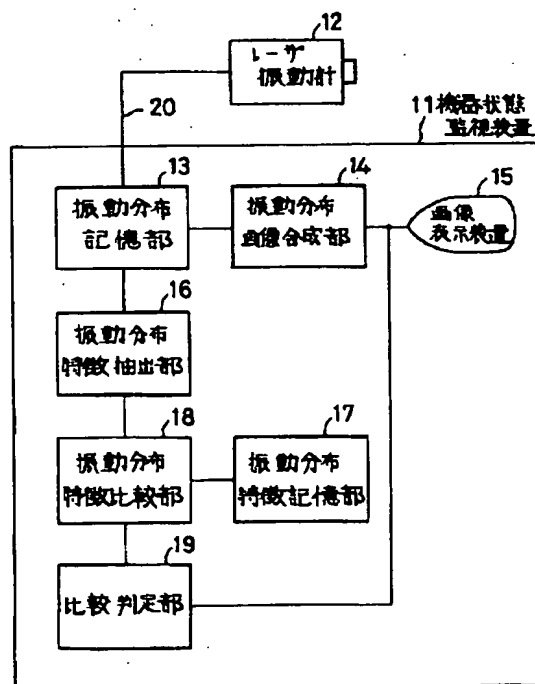
(74) 代理人 弁理士 猪股 祥晃

(54) 【発明の名称】 機器状態監視装置

(57) 【要約】

【目的】 機器の状態、診断を省力化し、状態を正確に把握する。

【構成】 レーザ振動計12に伝送線20を介して順次振動分布記憶部13、振動分布特徴抽出部16、振動分布特徴比較部18および比較判定部19を接続する。振動分布記憶部13には振動分布画像合成部14および画像表示装置15が接続している。振動分布特徴比較部18には振動分布特徴記憶部17が接続している。比較判定部19は画像表示装置15の入力側に接続している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象物の状態量の分布を測定するパラメータ分布測定装置と、このパラメータ分布測定装置にデータ伝送路を介して結合されたパラメータ分布記憶部と、このパラメータ分布記憶部にデータ伝送路を介して結合されたパラメータ分布特徴抽出部と、あらかじめ抽出された機器状態を表すパラメータ分布の特徴量の集合を記憶したパラメータ分布特徴記憶部と、このパラメータ分布特徴記憶部および前記パラメータ分布特徴抽出部にデータ伝送路を介して結合されたパラメータ分布特徴比較部と、このパラメータ分布特徴比較部にデータ伝送路を介して結合された比較結果判定部とを備えたことを特徴とする機器状態監視装置。

【請求項2】 前記パラメータ分布データ測定装置には温度センサを用いることを特徴とする請求項1記載の機器状態監視装置。

【請求項3】 前記パラメータ分布データ測定装置には各種振動計を用いることを特徴とする請求項1記載の機器状態監視装置。

【請求項4】 前記パラメータ分布データ測定装置には可視画像採取用のセンサを用いることを特徴とする請求項1記載の機器状態監視装置。

【請求項5】 前記パラメータ分布特徴抽出部で抽出する特徴量は監視対象機器におけるパラメータ分布測定面を複数の領域に分割した各領域におけるデータの大きさと、そのばらつき度および重心の領域内における相対位置に関するデータであることを特徴とする請求項1記載の機器状態監視装置。

【請求項6】 前記パラメータ分布特徴抽出部で抽出する特徴量は監視対象機器のパラメータ分布のデータにおいて、あらかじめ設定された1つまたは複数のパラメータのしきい値に等しい値を持つ点の集合で示される面の数、位置と面積に関するデータ、および面の形状を表すデータ量であることを特徴とする請求項1記載の機器状態監視装置。

【請求項7】 パラメータ分布特徴抽出部で抽出する特徴量は各特徴量を時系列に配列した際の変化を表すベクトル量であることを特徴とする請求項1記載の機器状態監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、対象機器における温度分布、振動分布、色分布などの各種データの内容からその機器の状態を推定するパラメータ分布に基づく機器状態監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 原子力発電所をはじめとする大規模プラントにおいて、そのプラントに設置されているポンプやバルブ、配管などの機器の状態を監視し、何らかの異常が発見された場合にその異常の内容を推定することは、

プラントの信頼性を確保し、稼働率を向上させるために重要なことである。

【0003】 近年、このような目的を達成するために、プラント内に設置された機器を対象に、その機器から得られる各種データを観測し、その内容によってその機器の状態を監視する機器状態監視装置の導入が進んでいる。

【0004】 また、このような機器状態監視装置はポンプ、バルブ、配管などの機械的なものを対象としたものだけでなく、計算機や基盤やリレー盤などの電気品を対象とするものも開発が進められ、導入されつつある。

【0005】 このような装置の使い方としては、プラントにおいて運転員が実施するパトロールに対応するものとして、定期的あるいは任意時に対象機器のデータを計測し、その時点における機器の状態を観測する装置と、対象機器のデータを常時オンラインで計測し、その状態を常時監視する装置がある。

【0006】 前者の方法に基づく装置としては、たとえば近年原子力発電プラントなどで導入されつつあるモノレール式の移動監視装置が知られている。この装置のシステム構成を図5により説明する。

【0007】 すなわち図5に示すように現場において各種センサ22を取り付けたモノレール式移動装置21がプラント内を定期的あるいは任意時に移動し、移動装置21から得られるデータを伝送線23を介して現場から遠隔地の監視室に設置した監視装置24に伝送することにより機器の監視を行うものである。

【0008】 一方、後者の装置は、対象機器に付属する各種センサから計測されるデータに基づいて、常時機器の監視を行うもので、重要機器を対象に導入が進められている。このような装置の基本的な構成を図6により説明する。すなわち、図6に示すように現場内の監視対象機器31に設置されたセンサ32で採取されたデータは伝送線33を介して監視室内の監視判断装置34に伝えられる。監視判断装置34ではセンサ32の情報をもとに機器状態を推定するための判断を行い、その結果を出力する。

【0009】 このような機器状態監視装置において監視する機器データとしては

- ・内部を流れる流体の流量、圧力、温度などのプロセス量
 - ・機器自体の温度、振動などのデータ
- を対象とすることが多い。

【0010】 従来、このような機器データを採取するためのセンサとしては、差圧計、温度計、圧力計、加速度計などの観測点に直接設置してその観測点のデータを計測する方式のセンサを用いることが多い。このようなセンサから得られる各データは1点のデータであり、その変化を時系列的に追ったもので、基本的には一次元のデータである。

【0011】 しかし、近年、センサ技術の向上により、

このような直接設置方式のセンサに代わって、観測点に設置させることなく、遠隔から対象物のデータを観測できるいわゆるリモートセンサの有用性が着目されている。このようなリモートセンサとして代表的なものとしては、画像データを採取するTVカメラやCCDカメラなどの画像採取装置が知られている。

【0012】この画像採取装置は人間の立ち入りが困難な場所を目視するための手段として以前から導入されている。このほか、物体の表面の温度を計測する赤外線カメラや、物体の振動状態を計測するための振動計としてレーザを利用したレーザ振動計などが利用されるようになっている。

【0013】このようなリモートセンサの特長としては、遠隔からデータを採取できるので容易に近づけないような場所、たとえば、高温の場所や原子力発電所における高放射線領域などに設置されている機器のデータでも簡単に採取できること、非接触でデータを採取できることからセンサ装置のための特別な施工が不要なこと、1つのセンサで複数の観測点のデータを採取できるためにセンサからの信号を伝送する伝送線の量が削減できること、1回の測定で採取するデータが1点の観測データではなくある範囲の2次元的なデータ分布であることがある。

【0014】特に2次元でデータを採取できるという特長は、これまで機器状態の把握に用いていたデータを点のデータから面のデータに拡張できるために、機器の状態をよりきめ細かく把握することができるようになるので、今後の機器状態監視装置のデータ採取に有効であると期待されている。

【0015】このような2次元で採取されたデータの分布を画像表示した一例を図7に示す。この例では採取したデータ各点のデータの大きさを、それに比例させた色や輝度などの変化に対応させて表示したものである。したがって、得られた分布データを2次元画像に合成すると、その色や輝度の変化が等高線のような形で表されることになる。このように色や輝度のパターンやその変化傾向をとらえることによって対象機器の状態を監視、診断するのである。

【0016】従来、このようなリモートセンサから採取されたデータをベースに機器状態を監視する装置では、機器状態の監視や診断は人手により対応していた。すなわち、センサから得られた情報を人間にわかりやすいように2次元の画像に合成し、それを観測する人間に提示し、観測者がその画像に示されたパラメータの分布状態を観測することによって対象機器の状態を監視することに対応している。

【0017】従来のリモートセンサを用いた機器状態監視装置の基本構成を、図8により説明する。すなわち、図8において、画像採取用カメラ、赤外線カメラ、レーザ振動計などのパラメータ分布測定装置52と、パラメー

タ分布記憶部53、パラメータ分布画像合成部54およびパラメータ分布画像表示部55からなる機器状態監視装置51とが伝送線56により接続されたものからなる。

【0018】パラメータ分布測定装置52で採取されたデータは伝送線56を介して機器状態監視装置51に送られ、パラメータ分布記憶部53に格納される。パラメータ分布画像合成部54では記憶されたパラメータ分布のデータを読み出してその大きさに応じた色や輝度に変換し、2次元に合成してパラメータ分布画像表示部55に表示する。

【0019】このようにして合成、表示された画像は図7に表示したような形式を有する。そのあとのデータ抽出、および解釈、判断の機能は、すべて人間が行っている。

【0020】また、近年の情報処理技術の進歩にともない、従来は人間が見て解釈、判断を行っていた2次元のパラメータ分布の状態を自動的に判断する装置もある。この装置は、たとえば特開昭59-206713号公報（プラント診断監視装置）または特開平4-291606号公報（プラント機器監視方法およびその監視装置並びにプラント運転支援装置）に開示されているごときものである。

【0021】これらの装置では2次元のパラメータ分布を測定できるセンサ（たとえばビデオカメラ、赤外線映像センサ、振動センサ、音響センサ）から取り込んだ情報を処理、解釈し、対象物（プラント、機器）の状態を判断している。

【0022】前者においては、センサで検出したプロセスおよび環境データに対し、あらかじめ監視対象となる各プラント部位に対応して設定してあるプロセス値、環境データの正常値を示す基準値（リファレンス値）データと比較して異常かどうかの判断を行う。

【0023】この際のリファレンスデータは固定値だけでなく、関数や各種モデル（物理モデル、簡易モデルなど）により算出されたリファレンスでもよいとしている。しかし、いずれにしても、判断の基準となる特徴量は採取した生データの絶対値であり、1次元的な比較判断しか行っていない。

【0024】一方、後者においては、センサで採取した空間的な2次元情報に対して、時間的または空間的特徴を抽出し、それらをベースに時間的、空間的モデルを用いて演算を行い、異常の発生の有無を判断する。

【0025】このような判断に用いる特徴量として、時間的特徴では動的機器のあらかじめ設定された負荷における空間的2次元情報の最大値または最小値を示す点の移動距離を、空間的特徴では静的機器から得た空間的2次元情報のあらかじめ設定された位置での値を用いる。

【0026】ここでいう空間的特徴は、前者の公開公報で扱った特徴量と同じであるが、ここでは複数の値を抽出することにより、2次元的なパターンにより比較判断を行っている。しかし、データを採取する位置はあらかじめ設定されたもので、採取するデータも生データの絶

対値であることから、機器の状態を離散的なデータの分布でとらえようとするものである。

【0027】したがって、データ採取位置以外のデータの分布を判断に反映できないので、とらえられる状態にも限界が生じる。また、詳細に状態をとらえる場合にはデータ点数を多くしなければならず、処理量および時間の点で問題がある。

【0028】一方、時間的特徴は着目する特徴点がどのように移動するかを示した量であるが、着目する点が最大値と最小値であるためにその間を補間する位置の変化の状態をとらえることができないという欠点がある。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、このような機器状態監視装置では常時オンラインで機器の状態を監視するような方法で運用されることもある。このような運用を考えた場合には、センサによるデータの計測からそのデータに基づく機器状態の推定を行う判断までに人間が介在することは現実的ではない。

【0030】すなわち、人手を介在させた場合には、その人間も装置の一部として組み込まれることになり、常時その場においてデータを監視し、その内容を解釈する作業を行わなければならないからである。

【0031】このようなことから、この種の装置の運用として一般的なのは、装置側にある程度の判断機能を装備し、その判断の結果、異常が検出された場合には警報（アラーム）を発して人間にその機器に対する注意をうながし、さらに詳細な解釈、判断は人間が行うというものである。

【0032】大規模プラントにおける運転監視装置などはすべてこのような運用形態で常時オンライン監視を実現している。さらに高度な装置では、前述したような詳細な解釈、判断まで装置側で自動的に行うようにすることもある。

【0033】このようにすることによりプラントの監視、診断が自動的に行えるようになるので、プラント運転の省力化が行えるとともに、これまで専門家によって行われていた様々な判断が不要になるため、必ずしも専門家でなくても監視等の作業が可能となり、人材確保の面でも有用な装置となる。

【0034】また、パトロール対応の運用方法でも、観測データに対する自動判定の機能を付加することにより、装置自体の機能の高度化が図れ、プラント運転の省力化が可能となる。将来的な展望として、パトロールの自動化を目指すためにも、ただ単にデータを測定してその結果を人間に提示するだけでなく、その内容を自動的に解釈、判定することが要求される。

【0035】さらに、このような観測データからの判定を行う場合でも、採取した2次元パラメータ分布の中の代表値による離散的な位置の状態のみを対称とし、それらの間を補間するデータの変化状態を考慮しないで判断

を行った場合には、判断の結果が機器の状態を正しく反映できない可能性がある。

【0036】本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、機器の状態監視、診断を省力化し、しかも、状態の把握が正しく把握するために2次元のパラメータ分布画像に基づいて対象機器の状態を監視、診断するパラメータ分布に基づく機器状態監視装置を提供することにある。

【0037】

【課題を解決するための手段】本発明に係る機器状態監視装置は対象物の状態量の分布を測定するパラメータ分布測定装置と、このパラメータ分布測定装置にデータ伝送路を介して結合されたパラメータ分布記憶部と、このパラメータ分布記憶部にデータ伝送路を介して結合されたパラメータ分布特徴抽出部と、あらかじめ抽出された機器状態を示すパラメータ分布の特徴量の集合を記憶したパラメータ分布特徴記憶部と、前記パラメータ分布特徴抽出部および前記パラメータ分布特徴記憶部にデータ伝送路を介して結合されたパラメータ分布特徴比較部と、このパラメータ分布特徴比較部にデータ伝送路を介して結合された比較結果判定部を備えたことを特徴とする。

【0038】また、本発明は上記機器状態監視装置において、以下のようなデータの特徴量に基づく機器状態監視方法を備えたことを特徴とする。

(1) 監視対象機器におけるパラメータ分布測定面を複数の領域に分割した各領域におけるデータの大きさとばらつき度、および重心の領域内における相対位置。

(2) 監視対象機器のパラメータ分布のデータにおいて、あらかじめ設定された1つまたは複数のパラメータのしきい値に等しい値を持つ点の集合で示される面の数、位置と面積に関するデータ、および面の形状を示すデータ量。

(3) (1) または (2) に記載した特徴量に加えて、各特徴量を時系列に配列した際の変化を示すベクトル量。

【0039】

【作用】パラメータ分布記憶部は、画像採取用カメラ、赤外線カメラ、レーザ振動計などのパラメータ分布測定装置で採取された対象機器の2次元パラメータ分布を記憶するメモリである。

【0040】パラメータ分布記憶部にいったん記憶されたデータは、データや伝送路を介してパラメータ分布特徴抽出部に送られ、そこで処理されて前記(1)、

(2)、(3)のいずれかの特徴量群が抽出される。

【0041】パラメータ分布特徴記憶部では、パラメータ分布特徴抽出部で抽出する特徴量の種類と同じ特徴量に関して、対象機器がある状態にある時のものをあらかじめ抽出して記憶している。

【0042】パラメータ分布特徴比較部では、前記パラメータ分布特徴抽出部から送られてくる測定したパラメ

ータ分布の集合とパラメータ特徴記憶部に記憶された特徴量の集合を比較演算し、その類似度を評価する値を計算する。

【0043】このパラメータ分布特徴比較部で計算された値は、比較結果判定部に送られ、そこで現在の機器状態があらかじめ定義された機器状態のいずれに属するかを判定し、その結果をユーザに提示する。

【0044】

【実施例】図1から図4を参照しながら本発明に係る機器状態監視装置の実施例を説明する。図1は本発明に係る機器状態監視装置の一実施例を示したものである。ここでは、特に監視状態に用いるパラメータ分布測定装置としてレーザ振動計12で採取された機器の振動データを用いる場合の構成を示している。

【0045】本実施例に基づく機器状態監視装置11は、データ入力端としてパラメータ分布測定装置としてのレーザ振動計12を備えている。この機器状態監視装置11では、レーザ振動計12とデータ伝送路としての伝送線20を介して結合されるパラメータ分布記憶部としての振動分布記憶部13と、この振動分布記憶部13にデータ伝送路を介して結合される振動分布画像合成部14と、振動分布画像合成部14に伝送路を介して結合される画像表示装置15と、振動分布記憶部13に伝送路を介して結合されるパラメータ分布特徴抽出部としての振動分布特徴抽出部16と、あらかじめ抽出された機器状態を表す振動分布の特徴量の集合を記憶したパラメータ分布特徴記憶部としての振動分布特徴記憶部17と、前記振動分布特徴抽出部16と振動特徴記憶部17にデータ伝送路を介して結合されたパラメータ分布特徴比較部としての振動分布特徴比較部18と、前記振動分布特徴比較部18にデータ伝送路を介して結合された比較結果判定部19とから構成されている。また、画像表示装置15は比較結果判定部19とも結合されている。

【0046】つぎに上記実施例に係る機器状態監視装置の作用を説明する。レーザ振動計12で採取された監視対象の機器を含む振動分布データはデータ伝送路としての伝送線20を介して機器状態監視装置11に送られ、振動分布記憶部13に格納される。

【0047】このようにして採取、記憶された振動分布データは、振動分布画像合成部14で2次元画像の各画素に対応する点のデータを、その値に比例する色または高度に変換し、2次元の振動分布画像に合成し、画像表示装置15に転送して表示する。このようにして合成された振動分布画像は図7に例示したような画像となる。

【0048】振動分布特徴抽出部16では振動分布記憶部13に格納されたデータの内容に対して演算を行い採取されたデータの特徴量の集合を出力する。一方、振動分布特徴記憶部17には、振動分布特徴抽出部16で抽出する特徴量の種類と同じ特徴量に関して対象機器がある状態にある時のものをあらかじめ抽出して記憶している。

【0049】振動分布特徴比較部18では、前記振動分布特徴抽出部16における演算処理結果と振動分布特徴記憶部17に格納された特徴量を比較演算し、データ集合の類似度を示す値を計算する。比較結果判定部19では、前記振動分布特徴比較部18で計算された値を基に現在の機器状態があらかじめ定義された機器状態のいずれに属するかを判定し、その結果を画像表示装置15に表示してユーザに提示する。

【0050】本実施例で用いられるレーザ振動計12の測定方法は以下のようなものである。測定対象の機器に向かってレーザ振動計12から発信されたレーザビームは、対象物の表面に照射すると散乱光を発する。レーザ振動計12では、この散乱光を受光し、もとの発信光と重ね合わせることによってその干渉効果を測定する。

【0051】対象物の表面にレーザビームが照射した時に、対象物が振動していない場合には反射するレーザ光にもなんら変化は起こらないが、対象物が振動しているところでドップラ効果により振動の大きさに応じた位相のずれが発生し、元の発信光と重ね合わせると干渉が起こり、それを測定することで対象の振動の大きさを測定することができる。

【0052】このようなレーザ振動計12では、対象物の一点に連続的にレーザを照射して、それに対する反射を時系列的に観測するという運用も可能であるが、通常の運用では、レーザビームを当てる場所をテレビのNTSC(National Television Committee)信号のような方式で一定の周期でスキャンし、スキャンした場所のすべての点の振動を測定して2次元の振動分布として計測する。

【0053】また、データ採取にあたって、一定周期の参照波を外部から入力（あるいは内部にある参照波発生器の出力を参照）し、それを基準として位相の情報もあわせて採取することも可能である。このようにして測定された振動分布のデータは観測対象の機器の状態をよく表すパラメータとなる。

【0054】ポンプなどの回転機では、回転体の回転にともなう機器各部に発生する振動の大きさとその位相関係を観測することにより、機器の内部に発生した異常状態を推定することができる。

【0055】たとえば、回転体の回転の中心となる軸の芯出しが不良で、本来の中心より傾いて据え付けられているような不具合の場合には、機器の両端で振動の変位が大きく、また振動の位相が機器の両端で逆位相となることが考えられる。

【0056】また、観測している機器の表面における振動の振幅の大きさの分布を計測し、その変化の状態を観測することによりその機器にかかっている応力の大きさを推定することも可能であり、その結果、その機器の寿命を推定することも可能になる。

【0057】このような対象機器の振動分布の特徴を踏

まえて行う機器状態監視装置においては、以下の(1)から(3)項で述べるような手順で振動分布の特徴量を抽出する(振動分布特徴抽出部16における処理内容)。

(1) 測定した振動分布のレーダから、監視対象機器の面単位で対象領域のデータを切り出す。

(2) 監視対象機器の各面ごとにあらかじめ定められた手順で複数の領域に分割し、その領域内のデータを取り出す。

(3) 各領域内のデータの大きさとばらつき度、および重心の領域内における相対位置を計算し、それらの計算結果の値の集合を特徴量とする。

【0058】前記(1)項における処理は、採取された振動分布データから監視対象機器に関するデータを抽出する処理である。すなわち、採取した振動分布のデータには、通常対象機器以外のものも含まれているので、それらを除去して対象機器のものだけを取り出す。

【0059】前述したように、レーザ振動計ではレーザ光をテレビのNTSC信号のような方式でスキャンさせてその領域の振動データを採取し、データ採取位置の情報とあわせてデータ分布画像に合成する。通常の場合、スキャンした領域の一部に対象機器が存在しており、スキャン領域全体では対象機器以外のものも採取することになる。

【0060】したがって、採取した振動分布画像から監視対象機器に関するものだけを取り出すためには、画面内で関し対象機器が占める領域を判定し、振動分布画像と重ね合わせて切り出す処理が必要となる。

【0061】この処理を実現するための具体的な処理方法としてはつぎの第1および第2の方法が考えられる。

【0062】第1の処理方法は、対象領域の3次元CADのデータを用いる方法である。すなわち、システム内に監視対象領域の機器や配管の空間における位置情報を含んだ3次元のCADデータを持ち、そのデータと振動分布データを採取する際にレーザ振動計を設置した位置と向きの情報から、振動分布採取の視野内における各機器の見え方を計算し、分布画像内で対象機器に関するものを抽出する方法である。

【0063】第2の処理方法は、採取した振動分布データの特徴、特にそのエッジ情報からデータを抽出する方法である。すなわち、振動分布の画面を採取した場合、1つの機器上では振動の大きさが連続的に変化している。

【0064】逆に考えれば、振動の大きさが他に比べて急激に変化している点では、データを採取した対象機器が代わっていることを示している。したがって、このような変化の不連続点をエッジとして抽出することで、対象機器が視野内で占める領域を取り出すことができる。

【0065】特に、前記(1)項の処理においては、監視対象機器の面ごとに振動分布を抽出する。各種機器の形状はいくつかの面の組み合わせで近似することができ

る。たとえば、ポンプの形状は通常円筒の組合わせで表せるので、いくつかの底面(円)とそれをつなぐ側面の組合わせで近似できる。このような各面の見え方は、測定点と対象面の相対的な位置関係(角度)で異なるものである。したがって、それらを配慮したデータの切り出しが必要となる。

【0066】前記(2)項の処理は、前記(1)項の処理で取り出された対象機器の各面における振動分布データを領域分割する処理である。領域分割の方法は、単純なものから複雑なものまでいろいろと考えられるが、ここではその代表的なものを図2に示す。

【0067】図2は円筒形で近似される機器の底面および側面を領域分割した例であり、実線は各面のエッジを示しており、点線は領域分割を行う線を示している。図では側面が軸に平行な直線と、円周方向に軸に垂直な直線で4×8の領域に分割している様子を示している。また、底面を直径方向の直線と円周に平行な円で10×4の領域に分割している様子を示している。

【0068】このような領域分割の戦略はあらかじめ決めておき、振動分布画面の視野内における各面の見え方に応じて座標変換を行って領域を分割する。このように分割した領域に対して、各領域内のデータを取り出す。

【0069】前記(3)項の処理は、前述の処理で取り出された領域内のデータに対して統計量を計算する処理である。計算するデータとしては、たとえば、大きさを表すデータとして平均値、ばらつき度を表すデータとして分散などの統計量を用いる。また、重心の相対位置(各領域の形状を正規化して考えた場合の位置)の座標を計算する。

【0070】振動分布特徴抽出部16におけるこのような処理により計算された各領域におけるデータの集合は、振動分布特徴比較部18に送られる。振動分布特徴記憶部17では、同様の処理によってあらかじめ抽出された振動分布の特徴量の集合が格納されている。特に、機器状態の監視あるいは診断を目的としている場合には、機器に何らかの異常が発生している場合の特徴量の集合を格納しておく。

【0071】振動分布特徴比較部18では振動分布特徴比較部17に記憶された複数の特徴量の集合と、振動分布特徴抽出部16で計算された現在の振動分布の特徴量を比較照合するための計算を行う。比較照合のための計算の方法としては、いくつかの方法があるが、たとえば、2つのデータの集合の類似度を評価するに用いられるマハラノビスの距離と呼ばれる距離情報に変換するなどの方法が考えられる。

【0072】また、各データの関係を記述したモデルを構築し、その演算によりデータ集合の分類を行う方法も考えられる。このような方法により振動分布特徴比較部18で計算された結果は、比較判定部19に伝えられる。

【0073】比較判定部19では、振動分布特徴比較部18

における計算結果を受け取ると、現在の状態があらかじめ登録されている機器状態のいずれに近いかを判定する処理を行う。振動分布特徴比較部18における処理の結果は、あらかじめ登録された特徴量の集合と現在の特徴量の集合の比較参照の計算結果である。

【0074】あらかじめ登録する特徴量の集合としては、正常時の特徴量の集合を1つだけ登録する場合と、正常時、異常時を含めて複数の特徴量の集合を登録する場合が考えられる。

【0075】振動分布特徴比較部18で計算する内容が前に述べたマハラノビスの距離データを計算することである場合、前者の場合には1つだけのデータが出力され、後者の場合には登録された集合の数分の距離データが出力される。比較判定部19では、これらの距離データを基に判定を行う。

【0076】たとえば、正常時のデータが1つだけ格納されている場合には、出力された距離情報がある値以下の場合には正常と判定し、そうでない場合には異常と判定する。また、正常時、異常時の複数の集合が登録されている場合には、最も距離が短いと判定されるデータの集合が表す状態に近いと判定する。このような処理によって、本実施例に係る機器状態監視装置の機能は達成される。

【0077】上記実施例によれば、レーザ振動計を用いて計測された機器の振動分布のデータから、機器状態の監視が行え、振動に基づく機器状態監視の自動化が可能となり、監視作業の省力化が可能となる。また、状態をとらえるために用いるデータは有限個の離散的な位置でのデータとなっているが、それらを対象範囲のすべてのデータから計算される統計データの集合で代表しているので、機器全体のパラメータ分布の状態を考慮しており、詳細な状態把握が可能となる。

【0078】図3および図4は上記実施例における振動分布特徴抽出部16および振動分布特徴比較部18の信号処理のフローチャートをそれぞれ示している。図3においては着目する面の領域をあらかじめ定められた領域に分割し、各領域に含まれるデータの平均値、分散、重心の領域内における相対位置を計算する。

【0079】図4においては着目する面の中でしきい値に等しい値を持つデータ集合を抽出し、着目する面内で上記データ集合の表す面内で上記のデータ集合の表す面の数各面の位置、面積、面の形状データを計算する。なお、図3および図4ともに振動分布特徴比較部18および比較判定部19は図示の如く共通している。

【0080】つぎに、上記実施例において、監視を行う際に抽出する特徴量の他の例を説明する。

(1) 監視対象機器の振動分布のデータにおいて、あらかじめ設定された1つまたは複数のしきい値に等しい値を持つ点の集合で示される面の数、それぞれの面の位置と面積のデータ、および面の形状を表すデータ量。

(2) 前述した特徴量に加えて、各特徴量を時系列に配列した際の変化を表すベクトル量。

【0081】(1)は、振動分布のデータのある値における断面の位置と形状を特徴量としてとらえるものである。振動分布とは、各点における振動の大きさを等高線のような形で表したものと考えることができる。したがって、ある値で振動分布のデータを切り出すと、そこには地形のある等高線で切断した場合に見られるような断面を表す面が現れる。このような面に着目してその特徴量を計算するものである。

【0082】たとえば、監視対象機器に固有のしきい値(1つあるいは複数)を設定し、採取された振動分布データのしきい値における断面の相対位置(断面の重心がどこにあるかを観測面の形状を正規化して表したもの)、相対面積(観測面の形状を正規化して何%を占めるかで表したもの)、および形状の特徴を表すパラメータとして歪率等を計算により求める。

【0083】(2)は、これら2つの方法に時系列的な変化傾向を取り込む方法である。すなわち、このような機器状態監視を周期的に行う場合に、各特徴量の絶対値に加えて、前回の測定で測定した特徴量からの変化(差分)を計算し、それらをベクトル量としてとらえて、変化傾向を表す特徴量とするものである。

【0084】また、これまではレーザ振動計を振動分布計測装置として用いたが、振動分布を計測する装置としてはこれだけではない。振動の分布を計測できるという機能を有する限り、その計測原理は問わない。たとえば、超音波を利用した振動計などが考えられる。

【0085】さらに、計測するパラメータに関しては、ここでは振動に的を絞って説明したが、監視対象機器に関する他のパラメータ分布をとらえる場合にも、同じ方法を用いて機器の状態を監視することが可能である。

【0086】たとえば、このようなパラメータとして、監視対象機器の表面の温度の分布がある。この場合には、これまでに説明した装置の構成において、振動分布を扱っていた構成要素をすべて温度分布を扱う構成要素とすることで対応可能となる。たとえば、振動分布を測定するための測定装置であるレーザ振動計を、温度分布を測定するための測定装置である赤外線カメラに置き換えられるといった対応をとる。

【0087】また、監視対象機器の表面の色分布が機器状態を表す重要なパラメータとなることもある。このような場合には、可視画像をとらえることのできるTVカメラなどのセンサを用いる。

【0088】

【発明の効果】本発明によれば、観測された2次元のパラメータ分布画像から対象機器の状態を監視してその状態を推定することができ、機器状態の監視、診断を省力化することができる。

【0089】また、状態をとらえるために用いるデータ

は離散的な位置でのデータで代表させるのではなく、対象範囲のすべてのデータ分布の状態を考慮したものとなっているので正確に状態把握が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る機器状態監視装置の一実施例を示すブロック図。

【図2】図1において、機器状態監視を行う際の特徴量計算のための領域分割法の例を示す概念図。

【図3】図1における振動分布特徴抽出部および振動分布比較部の信号処理の一例を示す流れ線図。

【図4】図1における振動分布特徴抽出部および振動分布比較部の信号処理の他の例を示す流れ線図。

【図5】従来のモノレール式パトロール支援装置を示す

ブロック図。

【図6】従来のオンライン機器監視装置を概略的に示す構成図。

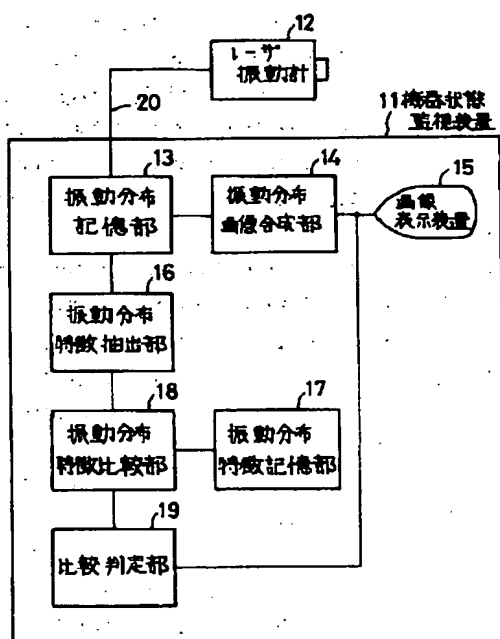
【図7】従来の2次元で採取したデータの分布を画像表示した例を示す概念図。

【図8】従来のリモートセンサを用いた機器状態監視装置を示すブロック図。

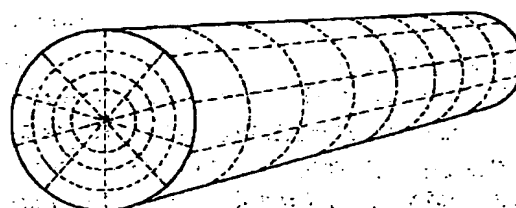
【符号の説明】

11…機器状態監視装置、12…レーザ振動計、13…振動分布記憶部、14…振動分布画像合成部、15…画像表示装置、16…振動分布特徴抽出部、17…振動分布特徴記憶部、18…振動分布特徴比較部、19…比較判定部、20…伝送線。

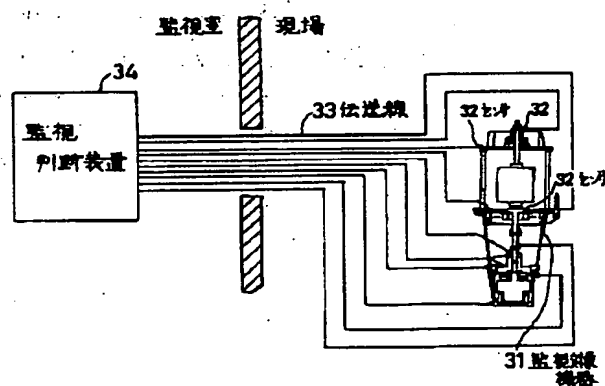
【図1】



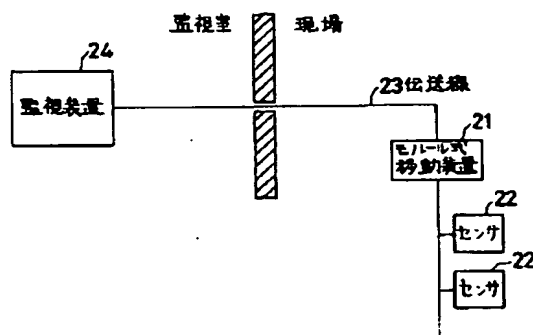
【図2】



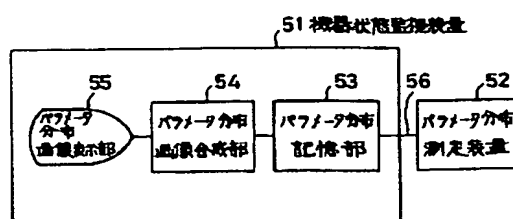
【図6】



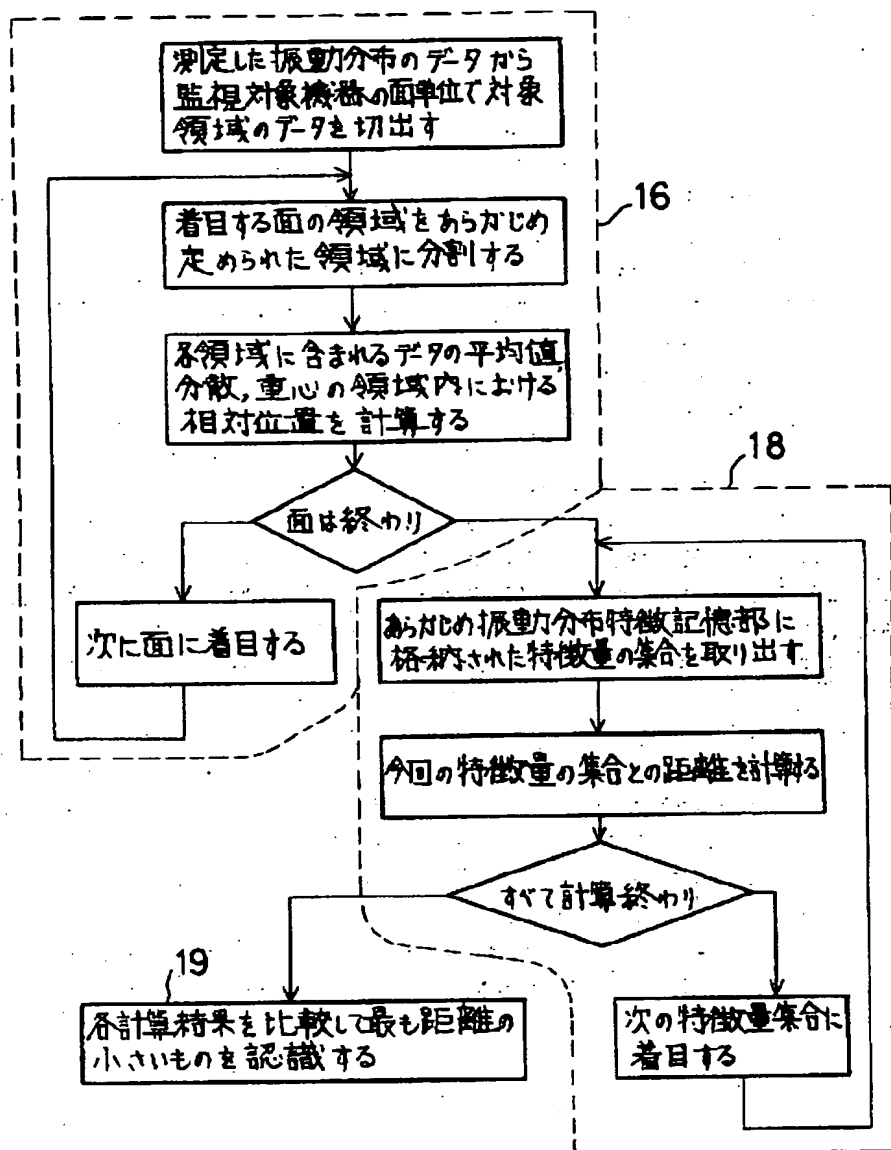
【図5】



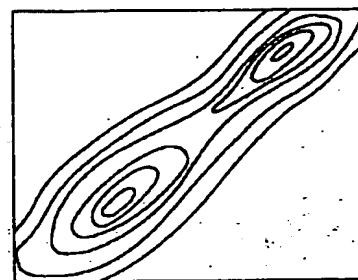
【図8】



【図3】



【図7】



【図4】

